

DESENVOLVIMENTO DA MICROBIOTA RUMINAL DE BEZERROS: REVISÃO DE LITERATURA

Development of microbiota ruminal calf - literature review

Flávio Pinto Monção¹

Euclides Reuter de Oliveira²

Lais Valenzuela Moura³

Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Góes⁴

Resumo: O conhecimento do desenvolvimento da microbiota ruminal de bezerros, na fase de cria, bem como a manipulação de dietas que favorecem esse desenvolvimento, é de fundamental importância no contexto da produção animal, uma vez que, o segmento da pecuária necessita de produzir animais precoces e/ou superprecoces, visando atender o mercado consumidor, cada vez mais exigente no quesito qualidade de carne. A utilização de estratégias, que possibilita o estabelecimento da microbiota ruminal em bezerros, permite obter benefícios para a produção animal, como peso maior quando da desmama, bom desempenho da microbiota ruminal, bem como, a extensão ruminal e o crescimento das papilas, proporcionando uma melhor adaptação e menor estresse no período da desmama. Neste contexto, objetivou-se, por meio desta revisão, reunir informações atuais sobre o desenvolvimento da microbiota ruminal em bezerros e sua importância no contexto atual na produção animal. O manejo correto e a utilização de técnicas específicas de manejo com a cria proporcionam diversos retornos para o pecuarista e para o animal, de forma direta ou indireta.

Palavras-chave: Desempenho. Fisiologia. Nutrição animal. Pecuária.

Abstract: Knowledge of the development of ruminal microbiota of calves during the growing period, as well as the manipulation of diets that encourage this development is of fundamental importance in the context of food production, since the livestock sector needs to produce precocious animals and/or super early, to meet the consumer market, increasingly demanding in question, meat quality. The use of strategies that enables the establishment of ruminal microbiota in calves, allows benefits for animal production, as will higher weaning performance of ruminal microbiota weight as well as the extent and growth of rumen papillae, providing better adaptation and lower stress during weaning. In this context, the objective of this review through, gather current information on the development of rumen microflora in calves and its importance in the current context in animal production. The correct handling and use of specific management techniques to create many provide returns for the farmer and the animal, directly or indirectly.

Key-words: Performance. Physiology. Animal nutrition. Livestock.

1 Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES.

2 Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras - UFL. Professor da Univeridade Federal da Grande Dourados - UFGD.

3 Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados.

4 Pós-Doutor pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Professor da Univeridade Federal da Grande Dourados - UFGD.

INTRODUÇÃO

O aumento das concorrências com outras carnes, bem como, com outros e novos mercados e a possibilidade do Brasil se equilibrar no mercado mundial de carne bovina têm requerido da atividade de pecuária de corte o fornecimento de produto de qualidade, de maneira contínua, durante o ano. Como parte deste novo cenário, surge a necessidade não só de se avaliar alternativas tecnológicas inovadoras que sejam compatíveis com as novas demandas, mas de se reavaliar algumas tecnologias e práticas compatíveis com essa ótica moderna.¹

Nesse sentido, verifica-se que o processo de intensificação pelo qual vem passando a pecuária de corte brasileira tem resultado, entre outros, no aumento da prática de confinamento como alternativa de terminação de animais.

Desta forma, o conhecimento dos processos que envolvem os animais na fase de cria, principalmente o entendimento do estabelecimento microbiota ruminal e a adoção de técnicas de manejos e alimentar, é indispensável na exploração de animais com alto potencial genético e adaptativo. O crescimento das papilas ruminais e da composição da flora microbiana que é responsável pela produção, principalmente de ácidos graxos voláteis e proteína de origem microbiana, ambos são responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento corporal do animal, possibilitando o abate precoce.

Mediante o conhecimento da bioquímica ruminal dos bezerros, é possível a manipulação de dietas que contribuam para o desenvolvimento do trato gastrointestinal. Além de reduzir o estresse pós-desmama, melhorar o ganho de peso, ou seja, o animal é desmamado com um peso superior, o que contribui para a redução do período de recria e o animal é abatido com menor idade.

Com base no exposto, objetivou-se, por

meio desta revisão, reunir informações relevantes sobre o desenvolvimento da microbiota ruminal em bezerros e sua importância no contexto atual na produção animal.

REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil, devido à sua grande extensão territorial, apresenta uma grande variação de ambientes, os quais influenciam diretamente na produção de alimentos e no desempenho de animais, para as características econômicas, como o rebanho bovino.

A bovinocultura no Brasil é uma importante atividade econômica que, de acordo com o Anualpec², possui 159,3 milhões de cabeças. Neste sentido, existe uma grande preocupação, por parte dos pecuaristas, em abater animais precoces e em explorar intensivamente suas propriedades, os quais têm buscado maiores produtividades e lucratividades.³

Segundo Nogueira⁴ *et al.*, a necessidade em produzir novilhos precoces e/ou super-precoces e de aumentar a taxa de desfrute dos rebanhos aumenta a importância de se produzir animais com elevado peso após a desmama. Uma das formas de aumentar o peso é através da utilização de técnicas em que se promove o desenvolvimento e o funcionamento do trato gastrointestinal mais rapidamente.⁵

Segundo Oliveira⁶ *et al.*, é de extrema importância o conhecimento geral do animal (fisiologia, anatomia e metabolismo) para estabelecer metas de manejo, visando ao máximo de aproveitamento de insumos e que proveja maior retorno econômico.

Os ruminantes, assim são chamados, devido apresentarem o trato gastrointestinal especializado na degradação e fermentação de alimentos de

origem vegetal, rico em fibras.⁷ A constituição da dieta desses animais é basicamente volumosa (feno, palhas, pastos, silagens) e/ou concentrados (grãos, farelos, resíduos agroindustriais).

A capacidade de os ruminantes em converterem alimentos ricos em fibras, imprópria para o consumo humano, em produtos de alto valor biológico (leite, carne), classifica-se como sendo uma das principais características desses animais.⁷ Sendo assim, a principal função do sistema digestório é a digestão e absorção dos nutrientes e a excreção dos produtos não utilizados. O sistema digestório dos mamíferos é constituído de: boca, faringe, esôfago, estômago (rúmen, retículo, omaso e abomaso, no caso dos principais ruminantes domésticos), intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), intestino grosso (ceco, cólon e reto), ânus e glândulas anexas (glândula salivares, pâncreas e fígado).⁸

Segundo esse mesmo autor, o estômago nos animais ruminantes é dividido em quatro compartimentos que são: rúmen, retículo, omaso e abomaso, com exceção dos camelos, os quais não possuem o omaso. Esses compartimentos ou câmaras fermentativas possuem diferentes funções no organismo do animal.

Desenvolvimento do trato digestório

Os animais ruminantes, no período de aleitamento, comportam-se fisiologicamente como animais monogástricos.⁸⁻⁹ Desta forma, o alimento ingerido não tem acesso ao rúmen, pois o mesmo não se encontra em funcionamento. Com isso, há a formação por excitação reflexa do nervo glossofaríngeo, de um conduto tubular, chamado de goteira esofágica, por onde o leite ingerido é transportado do esôfago direto ao abomaso, que é a parte glandular. Nessa fase, a atividade digestiva

é exercida no abomaso pela ação das enzimas digestivas (renina, pectina) e o suco gástrico. É a fase mais crítica do ponto de vista nutricional, já que, devido às limitações enzimáticas e à ausência de síntese microbiana, os bezerros apresentam exigências dietéticas mais complexas quanto aos aminoácidos e vitaminas e não utilizam, com eficiência, certas fontes protéicas e energéticas.¹⁰

Segundo Beharka¹¹ *et al.*, o desenvolvimento do rúmen de bezerros recém-nascidos, à condição de ruminante funcional, envolve uma série de mudanças anatômicas e fisiológicas do aparelho digestório.

Essas mudanças no trato gastrointestinal, conforme Bittar¹² *et al.*, ocorre durante os sete primeiros meses de vida do bezerro, dependendo da composição da dieta neste período, sendo que, o rúmen quando parcialmente desenvolvido, é capaz de absorver e metabolizar os produtos finais da fermentação, proporciona uma melhor taxa de crescimento dos animais, após o desaleitamento.

Lucci¹³ afirma que a composição nutricional da dieta tem influência marcante sobre a velocidade na qual ocorrerá a inversão dos valores de medida entre os compartimentos estomacais rúmen-retículo e abomaso.

Degaspari e Perly¹⁴ citaram que o leite é o alimento ideal nas primeiras semanas de vida dos bezerros, satisfazendo, de maneira praticamente completa, as exigências do animal. Porém, Silva¹⁵ *et al.*, ao avaliarem o desenvolvimento alométrico do trato gastrintestinal de bezerros, concluíram que os sucedâneos podem ser utilizados como fonte alternativa ao leite integral, durante o período de aleitamento de bezerros. Germanos¹⁶, Barreto¹⁷, Lopes & Magalhães³, Medeiros¹⁸ *et al.* evidenciaram que a redução da quantidade de leite e a utilização dos substitutos do leite têm sido apontadas como práticas eficientes na maior ingestão de materiais

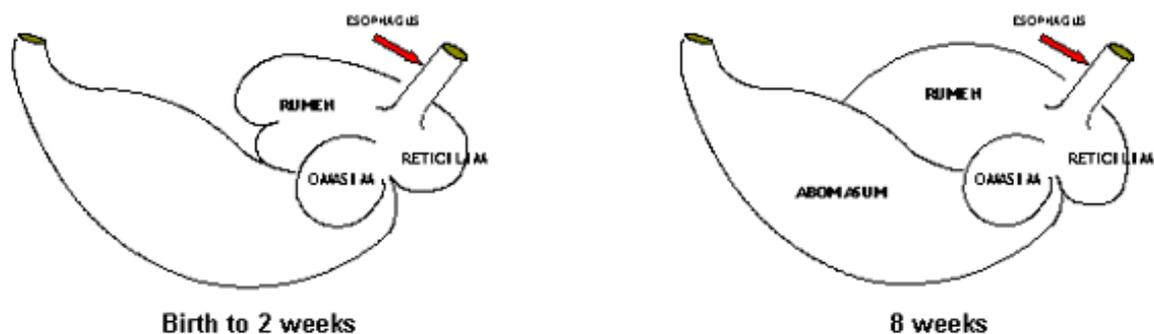
sólidos pelos animais.

O consumo de alimento sólido, principalmente os ricos em fibras, nas primeiras semanas de vida dos bezerros é o fator mais importante na transição de pré-ruminante para a condição de ruminante adulto, que, além de estimular o desenvolvimento do rúmen, permite também o aparecimento da população microbiana, resultando em alta atividade metabólica no rúmen.¹⁹ A aceleração do desenvolvimento do rúmen, além de está associada ao consumo de alimentos sólidos, está relacionada também com a produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, especialmente os ácidos butírico e propiônico. A utilização de uma determinada forma física do concentrado inicial pode afetar o consumo. Por isso, é de interesse, para o animal, o fornecimento de concentrados sob formas físicas que estimulem o consumo precoce.²⁰

O tamanho de partícula da ração, também, pode afetar o ambiente ruminal, a produção de ácidos graxos de cadeia curta e a estrutura e função das papilas ruminais.²¹ Assim, Warner²² *et al.* sugerem que, pelo menos 50% das partículas que compõem o concentrado inicial, sejam maiores que

1,19 mm. No entanto, Bittar¹² *et al.*, ao avaliarem o desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas, concluíram que a forma física do concentrado inicial não afeta o consumo, o ganho de peso e o desenvolvimento do trato digestório de bezerros. Por outro lado, o pesquisador Warner²² verificou que bezerros alimentados com ração, de forma física grosseira, apresentaram maior ganho de peso e maior eficiência alimentar em comparação a bezerros alimentados com a ração, na forma farelada.

Para melhor entendimento, a utilização de alimentos grosseiros faz com que o rúmen, retículo e o omaso levem de duas a três semanas, respectivamente, para dobrar o seu peso. Após a primeira semana, a velocidade de crescimento do abomaso cai, e, com oito semanas, o rúmen triplica as suas dimensões, sendo que nessa mesma fase o rúmen-retículo aumenta seu peso oito vezes e o omaso cinco vezes.¹⁵⁻⁴⁷ As alterações nas proporções do rúmen-retículo e abomaso são muito rápidas nas primeiras semanas, alcançando níveis estáveis nas 8 semanas de idade, como mostra a Figura 1.²³

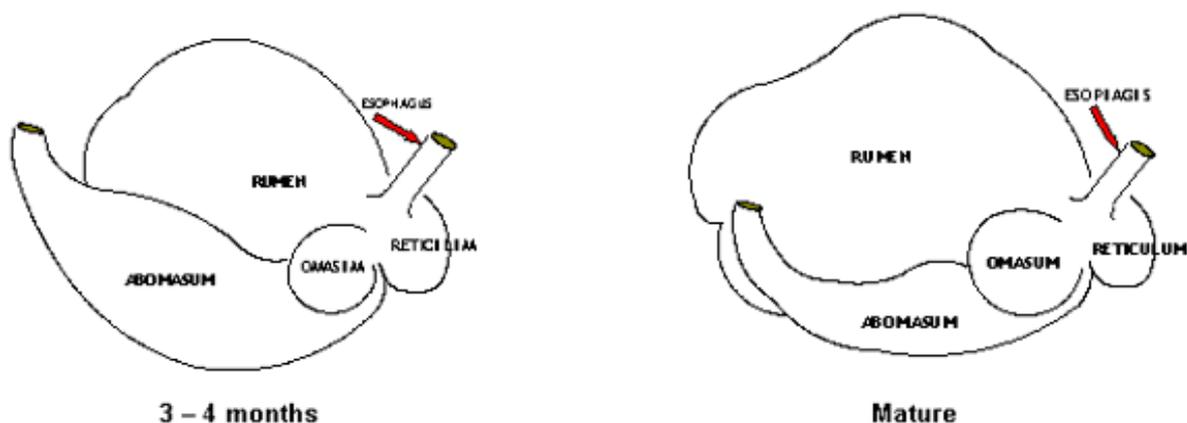


FONTE: Adaptado de Pires²⁴

Figura 1: Desenvolvimento do trato gastrointestinal de bezerros nas primeiras semanas de vida

Singh²⁵ *et al.* mencionaram que a capacidade do omaso em comportar digestas ou fluídos aumenta muito lentamente com o tempo, sugerindo que o aumento do peso do tecido está relacionado ao aumento da musculatura e ao crescimento contínuo das lâminas do omaso¹⁰ e ao aumento de tecido por unidade de volume, devido a sua estrutura interna.²⁶ Segundo Church²⁷, o peso do omaso continua

a aumentar em relação proporcional ao trato gastrointestinal total até 36 a 38 semanas, como pode ser observado na Figura 2. A ordem de crescimento dos órgãos digestivos, desde o nascimento até a idade adulta, é: rúmen, retículo, omaso, ceco, intestino grosso e reto, intestino delgado, abomaso e esôfago.²⁷⁻⁴⁵



Fonte: Citado por Pires²⁴

Figura 2: Tamanho dos compartimentos estomacais quanto atingem a maturidade

Observa-se que nas 2 primeiras semanas o abomaso representa cerca de 70% do volume dos 4 compartimentos estomacais e o rúmen-retículo-omaso, 30%. À medida que a idade aproxima da 8ª semana, nota-se que as dimensões do abomaso são reduzidas a valores próximos dos 50%. Quando o animal atinge a maturidade fisiológica, o rúmen passa a ocupar cerca de 70% das dimensões estomacais, como pode visualizar na Figura 2. Esses resultados vêm de encontro aos obtidos por Silva e Leão²⁸.

A cavidade do rúmen está parcialmente dividida em sacos dorsal e ventral por meio de cristas musculares potentes, denominadas de papilas, que correspondem externamente aos sulcos. A mucosa do rúmen de um animal, que consome volumoso,

alimentos ricos em fibras, apresenta coloração marrom escura e com numerosas papilas de tamanho e formas variadas (Figura 3). As papilas são mais longas e numerosas em bovinos que nos pequenos ruminantes. Geralmente, são mais densas nas partes ventral dos sacos dorsal e ventral onde, provavelmente, ocorre maior absorção, e diferem entre si pela configuração e tamanho, de acordo com sua localização no rúmen.²⁸

Em 1961, Wardrop²⁹ relatou que a formação das papilas na parede ruminal é de grande importância porque, além de aumentar a superfície da mucosa, alarga assim o sítio de absorção; e, posteriormente, com o alargamento, possibilita maior superfície de contato do epitélio com o alimento. Com isso, as papilas, quando bem desenvolvidas, aumentam a

superfície absorptiva do rúmen²⁶, e têm distribuição, número e tamanho estreitamente relacionado ao hábito alimentar, tamanho de partícula, disponibilidade e digestibilidade dos alimentos. Desta forma, Daniel³⁰ *et al.*, ao estudarem o desenvolvimento do tamanho de papilas ruminais e a área de absorção, constataram que o aumento do tamanho e número de papilas favorece a absorção de até 50% de ácidos graxos voláteis e o restante é digerido pelas enzimas no abomaso e absorvido antes do duodeno.

Resende Jr.³¹ *et al.*, ao avaliarem o efeito do padrão alimentar sobre a morfologia da parede ruminal de carneiros, concluíram que a frequência de alimentação concentrada pode ser usada para regular a morfologia das papilas ruminais.

Segundo Costa³² *et al.*, o desenvolvimento das papilas ruminais é influenciado pela presença de ácidos graxos voláteis durante a fermentação dos carboidratos, indicando que a ingestão de volumosos e concentrados é o agente mais importante para promover as mudanças anatômicas, fisiológicas e metabólicas no trato dos ruminantes jovens, podendo ser aceleradas ou retardadas, de acordo com o regime alimentar em que estão submetidos esses animais.

Segundo estes mesmos autores, nos animais que consomem apenas leite, não se observa aumento no desenvolvimento das papilas do rúmen, enquanto nos animais alimentados com dieta volumosa e concentrada, além do leite, verifica-se maior tamanho das papilas ruminais, mostrando que é a composição do alimento e não a idade do animal o principal fator que concorre para o desenvolvimento das papilas ruminais.

Com o avanço das pesquisas e as novas descobertas, o nutricionista animal decide sobre a velocidade na qual ocorrerá a inversão de valores entre os dois primeiros e os dois últimos compartimentos

gástricos.¹⁵ Quanto maior a quantidade e por quanto mais tempo se fornecer leite a um bezerro, tanto mais lenta será a sua transformação em ruminante.¹³ A ingestão de alimentos sólidos por bezerros favorece o desenvolvimento dos microorganismos do rúmen, com produção normal de ácidos graxos nesse órgão, aos 42 dias de idade.³³

Desenvolvimento da microbiota do rúmen

Nas primeiras horas de vida do animal recém-nascido, este, é isento de microrganismo no sistema digestório. No entanto, o contato do bezerro com o úbere, leite, vagina da mãe, saliva, bolo alimentar, urina e fezes dos animais, promovem a inserção de populações microbianas no rúmen, com a funcionalidade de degradar os alimentos, principalmente os fibrosos.⁶

Os ruminantes não apresentam enzimas capazes de digerir as fibras dos alimentos.²⁶ Mas, o rúmen apresenta características morfofisiológicas que fornecem as condições necessárias à fermentação de nutrientes, realizada pela microbiota ruminal, constituída por bactérias, fungos e protozoários flagelados e ciliados.⁸ Dentre estes, os protozoários ciliados são os maiores (tamanho) microrganismos no rúmen, constituindo uma importante fração da comunidade no ecossistema ruminal.⁹ Entretanto, esses microrganismos podem ser encontrados em outros compartimentos do trato digestório, como no retículo e no omaso, neste, sobretudo pelo comportamento de escape apresentado por ciliados isotríquideos.⁸

O ecossistema ruminal consiste principalmente de bactérias (10^{10} - 10^{11} células/ml de líquido ruminal), protozoários (10^4 - 10^6 /ml), fungos anaeróbios (10^3 - 10^5 zoospóro/ml) e bacteriófagos (10^8 - 10^9 /ml).³⁴ Para Lana⁸, o rúmen é um local favorável ao estabelecimento contínuo

de microrganismos, pois atua como câmara fermentativa devido apresentar os seguintes fatores como: temperatura média de 39°C, ausência de oxigênio, pH médio de 6,9 e substratos.

A participação de microrganismos na digestão de alimentos em ruminantes permite maior aproveitamento de carboidratos presentes nos alimentos fibrosos. Como os ruminantes não produzem enzimas que as digerem, eles

desenvolveram uma relação simbiótica com microrganismos capazes de digerirem a celulose.³⁵ Segundo Silva & Leão²⁸, 70% a 85% da matéria seca digestível da ração é digerida pela microbiota, presente no rúmen, com a produção de ácidos graxos voláteis, dióxido de carbono, metano, amônia e proteína microbiana. Na tabela 1, são apresentadas algumas características de bactérias, protozoários e fungos.

Tabela 1 Comparação entre bactérias, protozoários e fungos.

Características	Bactérias	Protozoários	Fungos
Tamanho	0,5-5,0 um	20 a 200 um	
Número	10 ¹⁰ a 10 ¹¹ /ml	0 a 10 ⁶ /ml	10 ⁴ /ml
Tempo de Duplicação	> 20 minutos	> 18 horas	20 minutos
Tipo de célula	Procarioto	Eucariótico	Eucarioto

Fonte: Adaptado de Lana⁸

Quanto aos protozoários do rumem, os primeiros trabalhos de pesquisa dos protistas no rúmen foram realizados por Gruby e Delafond.³⁶ A maioria dos protozoários no rúmen possui cílios e dividem-se em dois grupos, dependendo de características morfológicas: os entodiniomorfos, que ingerem, preferencialmente, partículas insolúveis suspensas no fluído ruminal e estão presentes em maior número, quando a dieta é à base de forragem, e, os holotriquiás, que tem maior capacidade de ingerir materiais solúveis e grânulos de amido e estão presentes em maior número, quando a dieta é rica em grãos e farelos de cereais. Os protozoários podem ser classificados como utilizadores de carboidratos, os que degradam amido e os que hidrolisam lignina e celulose.²⁶

Segundo Abou Akkada ³⁷ et al., dentro da mesma espécie de ruminante há uma variação na

quantidade e espécies de protistas, apesar de alguns ciliados de rúmen serem específicos a determinados hospedeiros. Dentre os fatores que influenciam essa variação, destacam-se: o tipo de alimentação, a distribuição geográfica, o antagonismo entre certas espécies, raças, o estado fisiológico e a frequência de alimentação.³⁸

Os protistas são classificados de acordo com suas características morfológicas (forma, localização dos cílios, forma dos macronúcleos, localização dos micronúcleos, vacúolos contráteis e pulsáteis).⁸ Porém, há algumas divergências quanto ao modo de classificação entre alguns autores.²⁸

As espécies de protozoários pertencentes ao gênero *Entodinium* predominam na fauna ruminal da maioria dos ruminantes, localizados em diferentes países, chegando a compreender entre 80-90% da população total.³⁵

Os protozoários da subclasse holotricha são representados por 15 diferentes gêneros no rúmen de diferentes animais. Entre esses gêneros, *Iso-tricha*, *Dasytricha*, *Buestchilia* e *Charonina* são amplamente distribuídos no rúmen de ruminantes domésticos e selvagens. O perfil enzimático de protozoários holotriquia indica que eles têm amilase, invertase, esterase pectina e poligalacturonase, podendo utilizar-se de suficientes quantidades de amido, pectina e açúcar solúvel como fonte de energia. As enzimas responsáveis pela degradação de celulose e hemicelulose têm sido reportadas em protozoários holotriquia, mas os níveis são baixos, comparados com os protozoários entodiniomorfos.⁸

A fonte de aminoácidos e de ácidos nucléicos utilizada pelos protozoários é oriunda de bactérias, sendo que o engolfamento é mais intenso em dietas ricas em grãos (12.000 bactérias/protozoário/hora).⁸ Em dietas ricas em fibras, as bactérias constituem sítios de aderência e dificultam o engolfamento pelos protozoários.²⁶

O material ingerido pelos protozoários é digerido em vacúolos (contráteis e pulsáteis), presentes no interior do protoplasma. Grânulos de amido ingeridos são digeridos mais lentamente que pelas bactérias, limitando a queda do pH ruminal. Entretanto, o excesso de ingestão de amido pode matar a célula.⁶

Como nas bactérias, os carboidratos são fermentados até ácidos graxos voláteis, CO₂ e metano. Os protozoários são ativos fermentadores de lactato, que também pode diminuir o efeito depressivo do pH ruminal em dietas ricas em amido.⁸

Segundo Oliveira⁶ et al., as proteínas digeridas são excretadas novamente para o fluido ruminal na forma de amônia, aminoácidos e peptídeos. Os protozoários são, ainda, ativos na

biohidrogenação de ácidos graxos insaturados. A maior parte dos protozoários é reciclada no interior do rúmen, não chegando ao abomaso.

Os ruminantes sobrevivem sem os protozoários e a defaunação, porém os protozoários são muito úteis na fermentação do amido, evitando queda brusca do pH e aumentando a relação acetato: propionato.⁸

As bactérias do rúmen são classificadas de acordo com o substrato que elas degradam (Tabela 2) e dos produtos de fermentação. Sendo assim, conclui-se que uma das principais atividades das bactérias no rúmen é a degradação da celulose. A celulose é um dos compostos orgânico mais abundante na natureza e pode ser convertido em carboidratos solúveis.³⁹

As fibras das forragens são constituídas por aproximadamente 40% de celulose, 35% a 48% de hemicelulose e pequenas quantidades de pectina e uma pequena, porém variável, quantidade de lignina.³⁹⁻⁴³

Para Ruiz³⁹ et al., os grupos bactérias predominantes, nas três primeiras semanas de vida, são típicas de animais jovens, e, a partir da 6ª semana, começam a encontrar cepas típicas de animais adultos, e, da 8ª semana, as bactérias ruminais refletem uma microbiota de um animal adulto.

Os fungos flagelados foram observados no rúmen em 1910, mas se acreditava que eram protozoários flagelados.³⁴ Na década de 70, do século passado, descobriram que estes organismos flagelados eram fungos, identificados como *Callimastix*, *Sphaeromonas*, *Oikomonas*, entre outros. A confirmação foi devido à presença de quitina na parede celular desses microrganismos. A grande maioria dos fungos é aeróbia, porém bolores anaeróbios foram descritos no rúmen como: *Neocallimastix frotalis*, *N. patriciarium*, *Piromonas*

Tabela 2 Classificação das bactérias quanto ao tipo de substrato de fermentação.

FERMENTADORAS DE CABOIDRATOS NÃO ESTRUTURAIIS	
AMIDO	LIPOLÍTICAS
<i>Streptococcus bovis</i>	<i>Anaerovibrio lipolytica</i>
<i>Ruminobacte ramyophilus</i>	UREOLÍTICAS
<i>Bacteroides amylophilu</i>	<i>Megasphaera elsdenii</i>
<i>Prevotella ruminicola</i>	UTILIZADORAS DE ÁCIDO
AÇUCAR/DEXTRINA	<i>Megasphaera elsdenii</i>
<i>Bacteroides ruminicola</i>	(<i>Peptostreptococcus elsdenii</i>)
<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	<i>Wollinella succinogenes</i>
<i>Succinivibrio amylolytica</i>	(<i>Vibrio succinogenes</i>)
<i>Selenomonas ruminantium</i>	<i>Veillonella gazogenes</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	(<i>Veillonella alcalescens</i> ,
<i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i> ,	<i>Micrococcus lactolytica</i>)
<i>L. helveticus</i>	<i>Oxalobacter formigenes</i>
<i>Bifidobacterium globosum</i> ,	<i>Succiniclasticum ruminis</i>
<i>B. thermophilum</i>	ACETOGÊNICAS
<i>B. ruminale</i>	<i>Eubacterium limosum</i>
<i>B. ruminantium</i>	<i>Acetitomaculum ruminis</i>
PROTEOLÍTICA	DEGRADADORAS DE TANINO
<i>Prevotella ruminicola</i>	<i>Streptococcus caprinus</i>
<i>Ruminobacter amylophilus</i>	<i>Eubacterium oxidoreducens</i>
<i>Clostridium bifermentans</i>	DEGRADADORAS DE MIMOSINA
METANOGENICA	<i>Synergistes jonesii</i>
<i>Methanobrevibacter ruminantium</i>	EUBACTERIUM
<i>Methanobacterium formicicum</i>	<i>E. uiforms</i>
<i>Methanosarcina barkeri</i>	<i>E. xylanophilum</i>
<i>Methanomicrobium mobile</i>	BIFIDOBACTERIUM
PECTINOLÍTICA	<i>B. globosum</i>
<i>Treponema saccharophilum</i>	<i>B. longum</i>
<i>Lachnospira multiparus</i>	<i>B. adolescentis</i>
FERMENTADORAS DE CARBOIDRATOS ESTRUTURAIIS	
CELULOSE	HEMICELULOSE
<i>Fibrobacter succinogenes</i>	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
<i>Bacteroides succinogenes</i>	<i>Prevotella ruminicola</i>
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	<i>Bacteroides ruminicola</i>
<i>Ruminococcus albus</i>	<i>Eubacterium xylanophilum</i>
<i>Clostridium cellobioparum</i>	<i>E. uniformis</i>
<i>Clostridium longisporum</i>	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
<i>Clostridium lochheadii</i>	<i>Prevotella ruminicola</i>
<i>Eubacterium cellulosolvens</i>	(<i>Bacteroides ruminicola</i>)
<i>Cillobacterium cellulosolvens</i>	

FONTE: Kamra³⁴

communis, *Sphaeromonas communis*, *Caecomyces equi*.³⁹

Os fungos que não utilizam oxigênio representam cerca de 8% da biomassa microbiana nos animais que recebem dieta rica em fibras, e estão envolvidos na degradação de lignina e celulose.³⁹ As famílias de fungos que foram encontrados no rúmen são todos anaeróbios restritos e estes, têm uma ativa degradação de fibra por apresentarem diferentes enzimas envolvidas na sua degradação. Recentes experimentos têm mostrado que se remover os fungos do conteúdo ruminal, ocorre significativa redução na produção de gás e degradação da fibra

in vitro de dietas fibrosas.³⁴

Os zoósporos dos fungos crescem dentro de micelas, após se transformam para estágio reprodutivo de rizóides com zoosporângios. Grandes quantidades de açúcares inibem a germinação de zoósporos no tecido das plantas. Provavelmente, isto acontece devido à queda de Ph no líquido de rúmen na presença de altas concentrações de açúcares, inibindo a produção de zoósporos no rúmen.⁶

Na Tabela 3, podem ser observados os fungos presentes no sistema ruminal dos animais e seus respectivos hospedeiros.

Tabela 3 Fungos presente na microbiota ruminal e cecal de alguns animais

Fungos	Hospedeiro
<i>Neocallimastix frontalis</i>	Vaca
<i>N. patriciarum</i>	Ovelha
<i>N. hurleyensis</i>	Bovino
<i>Sphaeromonas communis</i>	Bovino
(<i>Caecomyces communis</i>)	Cavalo
<i>Caecomyces equi</i>	Bovino
<i>Orpinomyces bovis</i>	Bovino
<i>Anaeromyces mucronatus</i>	Bovino
(<i>Ruminomyces mucronatus</i>)	Bovino
<i>Ruminomyces elegans</i>	Bovino
<i>Piromyces communis</i> ,	Cavalo, elefante
<i>Piromyces ãe</i> ,	Cavalo, elefante
<i>Piromyces dumbonica</i>	Cavalo, elefante

FONTE: Adaptado de Kamra³⁴

Movimentos do trato gastrointestinal em ruminantes

O movimento e o processamento mecânico dos alimentos são realizados pela motilidade do trato alimentar, objetivando misturar o conteúdo alimentar com os microrganismos presente no

rúmen e colocar os produtos finais, como exemplo os ácidos graxos voláteis, em contato com as superfícies de absorção das mucosas.⁴⁰⁻⁴⁴ A retenção ruminal seletiva do material a ser fermentado e a liberação dos resíduos não fermentáveis são realizados por padrões de motilidade.⁴¹

A parede do trato gastrointestinal (GI) é

muscular e capaz de realizar movimentos em todos os níveis. Os movimentos dos músculos do GI atuam, diretamente, sobre o alimento ingerido. Os movimentos GI têm várias funções como: propelir o alimento de um local para outro, reter o alimento em um dado local para que ocorra a degradação, absorção ou armazenamento, fazer com que o alimento circule dentro do trato.⁴¹ A ingestão de alimentos consiste na apreensão, mastigação e deglutição.⁸ Mediante esses processos, ocorrerão os movimentos no rúmen e retículo, promovendo a mistura do conteúdo ruminal, a saída do alimento pelo orifício retículo omasal, regurgitação do alimento para ruminância e eructação dos gases de fermentação.

Os movimentos ocorridos no TGI são divididos em contrações primárias e contrações secundárias. As contrações primárias consistem em movimentar o bolo alimentar em forma de 8 e selecionar os alimentos de menor tamanho da seguinte forma: as partículas mais densas e de menor tamanho vão para o omaso, via orifício retículo-omasal, e posteriormente, para o abomaso. As partículas maiores são regurgitadas e mastigadas para reduzir o tamanho e favorecer a ação dos microorganismos. As contrações duram de 40 a 60s, durante a ingestão e ruminância, e, de 80 a 100s, no repouso.⁴⁰

A ingestão de alimentos ricos em fibra como forragens é de fundamental importância no processo de motilidade ruminal (contração primária), o que favorece o aumento da distensão da parede ruminal, promovendo aumento da área de absorção e produção de acetato.⁸ No entanto, Zanetti e Castro⁴² trabalharam com inclusão de fibra na dieta de bezerros da raça holandesa, em que os tratamentos foram leite + ração inicial; leite + ração inicial com fibra incorporada, utilizando-se de polpa cítrica desidratada; leite + ração inicial

com 20% de feno de gramínea (*Cynodon dactylon*), triturado e incorporado; leite + ração inicial + feno de gramínea triturado (*Cynodon dactylon*), oferecido separadamente, *ad libitum*. Os autores concluíram que não há influência significativa entre as dietas no volume ruminal e tamanho de papilas.

Com a ação fermentativa da microbiota ruminal, há produção de ácidos graxos voláteis (AGV's), amônia (NH₃), proteína microbiana, calor e gases (metano, gás carbônico).⁷ Estes se concentram na região dorsal do rúmen e, a partir de uma série de movimentos, esses gases são expelidos para fora do animal. Esse processo é caracterizado por eructação e o processo está associado com as contrações secundárias. Essas contrações duram em média 30 segundos nos bovinos.⁸

Os AGV's são absorvidos pelas papilas presente na parede rúmen abastecendo cerca de 60% a 80% da deficiência energética nos ruminantes.⁷ Segundo Gottschall⁷, cerca de 2 a 3 kg de proteína de origem microbiana deixam o rúmen, passam pelo omaso e chegam até o abomaso, onde receberão as enzimas digestivas, e, o que não for digerido no abomaso, vai para o intestino delgado, onde será, parcialmente, digerido e absorvido.

Uma das diferenças entre ruminância e eructação é que a eructação está relacionada com a pressão dos gases no rúmen e ruminância com mecanismos tácteis e químicos.⁸ No rúmen, o conteúdo fermentado produz ácidos graxos voláteis (AGV's), amônia (NH₃), proteína microbiana, calor e gases.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo correto e a utilização de metodologias específicas com a cria proporcionam diversos retornos para o pecuarista e para o animal, de forma direta ou indireta.

O desenvolvimento da microbiota e das papilas ruminais de bezerros, na fase de aleitamento, ao utilizar de técnicas adequadas de manejo, promove uma menor tempo de adaptação e estresse na apartação.

REFERÊNCIAS

1. MURTA, R.M. *et al.* Resultados brasileiros em confinamentos: revisão de literatura. *Pubvet*, v.2, n.9. n.1, p.164-172, 2008
2. ANUALPEC. *Anuário da pecuária brasileira*. São Paulo: FNP, 2010. 385 p.
3. LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Rentabilidade na terminação de bovinos de corte em confinamento: um estudo de caso em 2003, na Região Oeste de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1039-1044, 2005
4. NOGUEIRA, E. *et al.* Efeito do creep-feeding sobre o desempenho de bezerros e a eficiência reprodutiva de primíparas Nelore, em pastejo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.4, p.607-613, 2006
5. BARBOSA, F.A. “Creep-feeding” – Uma alternativa de suplementação para bezerros, *Escola de Veterinária- UFMG*, Disponível em http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_creep_feeding.htm>. Acesso em: 22 de set. 2010.
6. OLIVEIRA, J. S. *et al.* Fisiologia, manejo e alimentação de bezerros de corte. *Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia*. Unipar, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 39-48, 2007
7. GOTTSCHALL, C. S. Produção de Novilhos Precoces - nutrição, manejo e custos de produção. 1ª edição, Editora Agropecuária, Guaíba, vol. 1. pag. 208, 2001
8. LANA, R.P. *Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades*. 2ª ed. Viçosa: UFV, v. 1. Pag.344, 2007
9. ORSKOV, E.R. *Nutrición proteica de los ruminantes*. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.
10. NANGIA, O.P. *et al.* Note on the early development of rumen function on buffalo calves. 2. Postnatal development of stomach compartments as related to age and diet in young buffalo calves. *Indian Journal Agriculture Science*, Savoy, v.52, n.10, p. 939- 943, 1982
11. BEHARKA, A.A. *et al.* Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.7, p.1946-1955, 1998
12. BITTAR, C.M.M. *et al.* Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.8, p.1561-1567, 2009
13. LUCCI, C.S. Bovinos leiteiros jovens: nutrição, manejo, doenças. Nobel/Edusp, São Paulo,. USP, pag.371. 1989
14. DEGASPARI, S. A.; PERLY, L. O sistema confinado frente ao sistema semi- confinado na desmama de bezerros da raça holandesa. *Revista Gado Holandês*, São Paulo, v.50, p. 52- 56, 1973
15. SILVA, T.M. *et al.* Desenvolvimento alométrico do trato gastrointestinal de bezerros da raça holandesa alimentados com diferentes dietas líquidas durante o aleitamento. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 26, no. 4, p. 493-499, 2004.
16. GERMANOS, J. L. Utilização de substitutos de leite a base de soja e soro de queijo na alimentação de bezerros. 1992. 91f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
17. BARRETO, L. C. N. Utilização de misturas de “leite” de soja e soro de queijo no aleitamento

- de bezerros. 1993. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras.
18. MEDEIROS, A. N. *et al.* Desempenho de cabritos leiteiro sem fase de recria, submetidos a diferentes sistemas de aleitamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 36, 1999, Porto Alegre. *Anais...*, Porto Alegre: SBZ, 1999. p.186.
19. ANDERSON, K.L. *et al.* Ruminal metabolic development in calves weaned conventionally or early. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.70, n. 5, p.1000-1005, 1987.
20. BALDWIN VI, R.L. *et al.* Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.E55-E65, 2004
21. COVERDALE, J.A. *et al.* Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.2554- 2562, 2004
22. WARNER, R.G.; PROTER, J.C.; SLACK, T.S. Calf starter formulation for neonatal calves fed no hay. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1973, Ithaca. *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, p.116-122, 1973
23. GODFREY, N.W. The functional development of the calf II: Development of rumen function in the calf. *Journal Agriculture Science*. Cambridge, v.57, p. 177-183, 1961
24. PIRES, F., Digestão Gástrica no Jovem Ruminante. 26 f. *Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias*. Disponível em: <<http://www.reproducao.ufc.br/DIGESTrum.pdf>>. Acesso em: 29 de setembro, 2010.
25. SINGH, M. *et al.* Stomach development in buffalo calves as influenced by different feeds. *Journal Agriculture Science*, Cambridge, v. 81, n.1, p. 55- 60, 1973
26. VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
27. CHURCH, D. C. Anatomy of the stomach of ruminants and pseudoruminants. In: Digestive physiology and nutrition of ruminants. *Anais...*, Metropolitan Printing, 1976. p.7-33
28. SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livroceres. 380p., 1979
29. WARDROP, I. D. Some preliminary observations on the histological development of the fore stomachs of the lamb.1. Histological changes due to age int the period from 46 days of fetal life to 77 days of post-natal life. *Journal Agriculture Science*, Cambridge, v.57, n.3, p.335-341, 1961
30. DANIEL, J.L.P. *et al.* Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 688-694, 2006
31. RESENDE-JUNIOR, J.C. *et al.* Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. São Paulo, v. 43, n. 4, p. 526-536, 2006
32. COSTA,R.G. *et al.* Características morfológicas e volumétricas do estômago de caprinos submetidos a diferentes períodos de aleitamento. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. Vol.40 (supl): p118-125, 2003
33. LENGEMANN, F. W.; ALLEN, N. M. The development of rumen function in the dairy calf. *Journal Dairy Science*, Savoy, v.42, p. 1171, 1959
34. KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. *Current Science*. v.89, n.1, p.124-134, 2005
35. DEHORITY, B. A. Protozoa of the digestive

tract of herbivorous mammals. *Insect Science and its Application*, v.7, p. 279-296, 1985

36. GRUBY, D., DELAFOND, O. Recherches sur des animalcules se développant en grand nombre dans l'estomac e dans les intestins, pendant la digestion des animaux herbivores et carnivores. *Comptes Rendus Academy Science*, v.17 p.1304-1308, 1843.

37. ABOU AKKADA, A.R. *et al.* Ciliate protozoa in the rumen of the lactating cow. *Journal of Dairy Science*, v.52, p.1088-1091, 1968

38. HUNGATE, R.E. The rumen and its microbes. New York: Academic Press, 1966. 533 p.

39. RUIZ, R.L.; PIMENTEL,B.; SHIROMA,N.N.. Microbiologia zootécnica. In: RUIZ, R.L. *Microbiologia do Rúmen e do Biodigestor*. São Paulo: Ed. Roca. p. 123-167, 1992

40. REECE, W.O., GOFF,J.P., Fisiologia dos animais domésticos. In: REECE,W.O., (Ed.) *Digestão, absorção e metabolismo*, 12ª edição,Rio de janeiro: Editora Guanabara-Koogan, pag 353-438, 2006

41. CUNNINGHAM,J.G., Tratado de Fisiologia Veterinária, 3ª edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara-Koogan. p. 231-312.

42. ZANETTI, M.A.; CASTRO, A.K.M., Estudo da inclusão de fibra na dieta de bezerros da raça holandesa. *Revista Brasileira Zootecnia*. Viçosa, v.27, n.6, p.1193-1198, 1998.

43. LEMPP, B., Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, suplemento especial, p.315-329, 2007

44. LOPES, J.N.P. Efeito de dietas líquidas à base de leite integral e, ou, subprodutos de soja sobre alguns parâmetros da digestão em bezerros. 1996. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

45. CHURCH, D. C. *Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes*. 3. ed. Zaragoza: Acribia, 641pag., 1993.

46. CARVALHO, P.A. *et al.* Desenvolvimento de estômago de bezerros holandeses desaleitados precocemente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1461-1468, 2003.

47. ROCHA, E.O.; FONTES, C.A.A. Composição corporal, composição do ganho de peso e exigências nutricionais de novilhos de origem leiteira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.1, p.159-168, 1999.